
Cancro cítrico: Aportes sobre el uso de inductores de resistencia para el control de la bacteria.

Rubio, L.; Alves, P.; Blanco, O.; Guimaraens, A.; Amaral; J. Pérez, E..

Programa Nacional de Investigación en Producción Cítrica. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Salto Grande. Uruguay.

Contacto: lrubio@inia.org.uy, elenaperez@inia.org.uy

1. Introducción.

El cancro cítrico es la principal enfermedad bacteriana que afecta los cítricos en Uruguay. Su agente causal, *Xanthomonas citri subsp citri*, es plaga cuarentenaria para mercados lucrativos lo que exige un manejo muy riguroso de la bacteria. La principal medida de control, se basa en pulverizaciones con productos químicos dirigidas a la protección de brotes y frutos susceptibles. Los productos que han demostrado mayor efectividad son aquellos que contienen como mínimo 50% de cobre metálico en formulación como polvo mojable micronizado. Son ejemplo de ellos, el sulfato de cobre tribásico (polvo mojable PM), el oxiclورو de cobre micronizado (PM), el hidróxido de cobre (PM), el óxido cuproso (PM) y similares (Canteros, 2006). En Uruguay, las aplicaciones de oxiclورو de cobre y óxido cuproso son la opción principal para el control de la enfermedad. Se realizan entre 4 y 6 pulverizaciones por temporada, según las condiciones predisponentes y susceptibilidad de la variedad. A pesar del uso reiterado, no se han detectado cepas resistentes. Como no existen restricciones de uso (dosis) por los mercados compradores, es previsible que los productos a base de cobre se sigan utilizando como herramienta fundamental para el control de cancro cítrico. Sin embargo, su uso puede estar limitado por condiciones ambientales. En verano, si las temperaturas son altas en el momento de aplicación, generalmente se producen daños cosméticos en la fruta (manchado) y por consecuencia el descarte de la misma. En los últimos años, han aumentado las evidencias sobre el efecto beneficioso de los productos inductores de resistencia (IR) para el control de enfermedades y aunque los antecedentes sobre el uso de estos productos para el control de cancro cítrico son limitados, los IR pueden ser una alternativa para complementar las aplicaciones de cobre en el verano. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar el uso de los IR disponibles en Uruguay sobre el control de cancro cítrico y daños en la cosmética de la fruta.

2. Materiales y métodos

2.1. Ensayos en invernadero.

Se realizaron 6 experimentos para evaluar el efecto de diferentes productos, dosis de aplicación y permanencia de la inducción en condiciones de invernáculo. Se utilizaron plantas de Limón criollo/*P. trifoliata* (experimentos 2 y 3) y/o de Naranja Navel cv. Fisher/*P. trifoliata* (experimento 1, 3, 4, 5 y 6) por su sensibilidad a cancro cítrico. En los experimentos 1 a 4, los inductores aplicados al suelo fueron disueltos en 200 mL de agua por maceta. Las aplicaciones foliares se realizaron hasta punto de goteo con el auxilio de un aspersor. En los experimentos 5 y 6 los inductores fueron aplicados en la línea de riego. A los 7 días de aplicados los tratamientos, las plantas de los experimentos 1,2, 4 - 6 fueron inoculadas por

infiltración utilizando una jeringa para insulina sin aguja en 3 sitios diferentes en cada lado de la hoja separado por la nervadura central (6 sitios en total por hoja). El experimento 3 fue inoculado por aspersión y en el experimento 4 se evaluaron las dos formas de inoculación para cada tratamiento.

2.1.1 Tratamientos

Los tratamientos, dosis y forma de aplicación figuran en los cuadros 1 a 5.

Cuadro 1. Ensayo 1. Tratamientos aplicados a plantas de naranja Navel vr "Fisher" de 2 años de edad en condiciones de invernáculo para el control de cancro cítrico.		
Producto	Aplicacion	Dosis por planta (p.a)
Acibenzolar-s-metilo 50% wg	foliar	2 mg
Acibenzolar-s-metilo 50% wg	suelo	10 mg
Imidacloprid 35% (p/v)	suelo	1,5 mg
Quitosan (4%)	suelo	1,25 mL
Control inoculado, sin tratamiento	suelo	250 mL
Control inoculado con tampón fosfato	suelo	250 mL

Cuadro 2. Ensayo 2. Tratamientos aplicados a plantas de limón tipo criollo de 2 años de edad en condiciones de invernáculo para el control de cancro cítrico.		
Producto	Aplicacion	Dosis por planta (p.a)
Acibenzolar-s-metilo 50% wg	suelo	2 mg
Acibenzolar-s-metilo 50% wg	suelo	20 mg
Imidacloprid 35% (p/v)	suelo	1,5 mg
Imidacloprid 35% (p/v)	suelo	3 mg
Quitosan (4%)	suelo	1,25 mL
Quitosan (4%)	suelo	12,5 mL
Fosfirend	suelo	1,5 mg
Fosfirend	suelo	3 mg
Control inoculado, sin tratamiento	suelo	500 mL
Control inoculado con tampón fosfato	suelo	500 mL

Cuadro 3. Ensayo 3. Tratamientos realizados en plantas de naranja Navel vr Fisher y plantas de limón criollo en condiciones de invernáculo para el control de cancro cítrico		
Producto	Aplicacion	Dosis por planta (p.a)
Acibenzolar-s-metilo 50% wg	foliar	40 mg
Acibenzolar-s-metilo 50% wg	foliar	20 mg
Imidacloprid 35% (p/v)	suelo	1,5 mg
Imidacloprid 35% (p/v)	suelo	3 mg
Quitosan (4%) riego + fosfirend foliar	suelo /foliar	1,25 mL + 0,3%
Quitosan (4%) riego + fosfirend foliar	suelo /foliar	2,5 mL + 0,3%
Fosfirend	suelo	1,5 mg
Fosfirend	suelo	3 mg
Fosfirend	foliar	0,3 %
Control inoculado, sin tratamiento	suelo	500 mL
Control inoculado con tampón fosfato	suelo	500 mL

Cuadro 4. Ensayo 4. Tratamientos realizados en plantas de naranja Navel vr Fisher y plantas de limón criollo en condiciones de invernáculo para el control de cancro cítrico		
Producto	Aplicacion	Dosis por planta (p.a)
Imidacloprid 35% (p/v)	suelo	1,5 mg
Imidacloprid 35% (p/v)	suelo	3,0 mg
Quitosan (4%)+ fosfirend 1,7% (p/p)	suelo/foliar	60 mg +20 mg
Quitosan (4%)+fosfirend (p/p)	suelo/foliar	120 mg + 40 mg
Fosfirend 1,7% (p/p)	foliar	6 mg
Microorganismos efectivos (EM)	foliar	0,1%
Control inoculado, sin tratamiento	suelo	500 mL
Control inoculado con tampón fosfato	suelo	500 mL

Cuadro 5. Ensayo 5 y 6. Tratamientos realizados en plantas de naranja Navel cv. Fisher para el control de cancro cítricos		
Producto	Aplicación	Dosis por planta (p.a)
Quitosano 4% (Bioroot)	suelo	60 mg
Quitosano 2,5% (Biorend-Cobre)	suelo	60 mg + 92 mg
Alginato de cobre 15% (Tixan)	suelo	225 mg
Hidróxido de cobre	foliar	0,15 % (pc)
Control inoculado, sin tratamiento	suelo	500 mL
Control inoculado con tampón fosfato	suelo	500 mL

2.1.2 Análisis estadístico

Asumiendo que la distribución de los datos provienen de una familia exponencial, consideramos que el modelo es lineal generalizado. Pero, como las variables de respuestas son recuentos y proporciones en algunas situaciones se optó por considerar el modelo lineal generalizado mixto. De acuerdo con las condiciones del experimento los procedimientos para los análisis de varianza utilizados fueron GLM o GLIMMIX del paquete estadístico SAS® V 9.1. Las medias fueron separadas por test de Tukey ($P \leq 0.05$).

2.2. Ensayos en campo.

En campo se desarrollaron ensayos para evaluar la acción de los IR sobre el control de cancro y daños en la cosmética de la fruta. Los productos fueron aplicados de dos maneras: 1) durante toda la temporada y 2) se incorporaron solo en aplicaciones de verano (enero y febrero) al esquema tradicional de aplicaciones con cúpricos. Los ensayos se desarrollaron en un monte comercial de naranja Navelina/*P. trifoliata* de 10 años, con un marco de plantación de 6m x 3m. El diseño utilizado fue de bloques completos al azar, cada tratamiento tuvo 3 repeticiones y cada parcela estuvo constituida por 18 plantas. La aplicación de los productos se realizó con una pulverizadora de picos, siendo el gasto de agua de aproximadamente 4 litros por planta. Se realizó evaluación de incidencia y severidad de cancro e incidencia de fruta manchada por fitotoxicidad. Los datos se analizaron mediante el procedimiento estadístico Genmod de SAS, el análisis de medias se hizo por Lsmeans.

Temporada 2011-2012. Al esquema tradicional de cobres en primavera, se aplicaron en verano (20 de enero y el 22 de febrero) los productos Flobordo (Hidróxido de Cobre, 4% (p/v)) y Biorend Cu (Quitosano 1,9%(p/v) y Sulfato de cobre 29,3%(p/v) de cobre, 200cc/100L).

Temporada 2012-2013. Los IR fueron aplicados durante toda la temporada para evaluar su eficiencia frente a los tratamientos con cobre. También se evaluó el efecto de coadyuvantes para el cobre. Se utilizaron los productos: Afital cobre (Anhídrido fosfórico 25%, Cobre 5%), Tixan (Alginato de cobre, 300cc/100L), Biorend Cu (Quitosano 1,9%(p/v)) y Sulfato de cobre 29,3%(p/v), 200cc/100L), Flobordo (Hidróxido de Cobre, 4% (p/v) de cobre, 150cc/100L)) y los coadyuvantes: Silwet y Nufilm.

Temporada 2013-2014. Los IR fueron aplicados: a) como único producto en primavera y verano; b) solo en verano, sobre los cobres usados en primavera, utilizando los productos: Tixan (Alginato de cobre, 300cc/100L) y Biorend Cu (Quitosano 1,9%(p/v)) y Sulfato de cobre 29,3%(p/v), 200cc/100L.

3. Resultados

3.1 Ensayos en invernáculo

En los ensayos 1 a 3 no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. A partir del ensayo 4, algunos tratamientos redujeron el número de pústulas promedio por tratamiento (cuadro 6 y 8) o el número de sitios de inoculación con infecciones positivas (cuadro 7).

Producto	Aplicación	Dosis por planta (p.a)	Número de pústulas promedio por tratamiento
Imidacloprid 35% (p/v)	suelo	1,5 mg	12,32 AB
Imidacloprid 35% (p/v)	suelo	3,0 mg	7,77 A
Quitosan (4%)+ fosfirend (1.7%)	suelo/foliar	60 mg +20mg	11,55 A
Quitosan (4%)+fosfirend (1.7%)	suelo/foliar	120 mg + 40 mg	12,01 A
Fosfirend (1,7%)	foliar	6 mg	18,31 C
Microorganismos efectivos (EM)	foliar	0,1%	13,77 B
Control inoculado, sin tratamiento			15,94 BC

Tratamiento	Sitios de inoculación
Oxicloruro de cobre 85% (p/p)	0,0186 A
Quitosano 1,9% (p/v); Sulfato de cobre pentahidratado 30,5% (p/v)	0,2592 A B
Quitosano 4% (p/v)	0,3147 A B
Alginato de cobre 15% (p/v)	0,3518 A B
Control inoculado	0,4261 B
CV (%)	92.77

Tratamiento	Pústulas promedio por tratamiento (en número)		
	Fecha de evaluación del experimento		
	Dic 2013	Set 2014	Nov 2014
Oxicloruro de cobre 85% (p/p)	9,87 A	0,02 A	8,35 A
Quitosano 1,9% (p/v); Sulfato de cobre pentahidratado 30,5% (p/v)	7,55 A	0,31 AB	10,31 A
Quitosano 4% (p/v)	16,37 B	0,48 B	22,15 B
Alginato de cobre 15% (p/v)	6,17 A	0,57 B	10,05 A
Control inoculado	19,67 B	0,65 B	25,81 B
CV (%)	74,19	206,53	74,85

3.2 Ensayos en campo

Temporadas:

- 2011-12: no hubo diferencias significativas entre tratamientos para el control de cancro debido a la baja incidencia de la bacteria por falta de condiciones ambientales predisponentes (precipitaciones). Por lo tanto, no fue posible sacar conclusiones sobre la efectividad de control de estos productos. En lo que respecta al manchado, el tratamiento con aplicación de Flobordo (Hidróxido de Cobre, 4% (p/v) en verano produjo menor porcentaje de fruta manchada, diferenciándose del resto de los tratamientos.
- 2012-13: todos los tratamientos se diferenciaron significativamente del testigo comercial en cuanto al control de cancro. Los tratamientos con cobres lograron mayor porcentaje de fruta sana (85%) que los tratamientos que incluyeron IR (50-60%) y hubo diferencias significativas entre tratamientos con IR. El uso de coadyuvantes no mejoró el control de los tratamientos con cobre. Hubo importante incidencia de fruta manchada en uno de los tratamientos con IR.
- 2013-14: todos los tratamientos se diferenciaron significativamente en control de cancro frente al testigo sin tratar. Nuevamente, los tratamientos con cúpricos fueron más eficientes, logrando más de 80% de fruta sana, frente a los tratamientos con IR. Sin embargo, el tratamiento que recibió oxiclورو de cobre durante la primavera y en verano un IR, fue el que presentó menor incidencia de la enfermedad, aunque, no se diferenció estadísticamente del tratamiento con óxido cuproso. Se observó fruta manchada en tratamientos con cobres y con IR.

4. Conclusiones

En los ensayos de invernáculo ninguno de los productos evaluados se comportó mejor o igual que las aplicaciones foliares de oxiclورو de cobre. El imidacloprid tuvo un efecto significativo en el control de la enfermedad, pero su uso fue prohibido en mercados compradores. El alginato de cobre y la mezcla de quitosano con cobre son los productos que serán considerados en futuros ensayos en campo en aplicaciones en suelo.

En las evaluaciones realizadas en campo en aplicaciones foliares los IR evaluados mostraron efecto sobre el control de cancro, pero su eficiencia fue significativamente menor a la de los cobres cuando se utilizan como único producto de control durante la temporada. Sin embargo, fueron efectivos integrados a un esquema de control que tuvo como base cúpricos. No obstante, han tenido un comportamiento errático en cuanto a incidencia de fruta manchada, por lo que no han ofrecido hasta el momento una solución para evitar el daño originado por las aplicaciones de cobre en verano.